

Franco Plata, R., Manzano Solís, L.R., González López, S., Pineda Jaimes, N. B., Aranda Sánchez, J. M., Santana Juárez, M.V. (2012): "Implementación de un SIG en la Universidad Autónoma del Estado de México (México) para dar un marco geográfico a su estadística de educación media superior y superior", *GeoFocus (Informes y comentarios)*, n° 12, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

IMPLEMENTACIÓN DE UN SIG EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO (MÉXICO) PARA DAR UN MARCO GEOGRÁFICO A SU ESTADÍSTICA DE EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR Y SUPERIOR

ROBERTO FRANCO PLATA¹, LUIS RICARDO MANZANO SOLÍS¹, SERGIO GONZÁLEZ LÓPEZ², NOEL B. PINEDA JAIMES¹, JOSÉ M. ARANDA SÁNCHEZ², M. VIRGINIA SANTANA JUÁREZ¹

¹Facultad de Geografía

²Instituto de Estudios sobre la Universidad. Universidad Autónoma del Estado de México
Cerro de Coatepec s/n, Ciudad Universitaria, Toluca, México, C.P. 50110, México

rfp@uaemex.mx ; lrmanzanos@uamex.mx; sergiogonlop2@yahoo.com.mx;
noelpj2000@gmail.com; jmarandas@uaemex.mx; mvsantana7@hotmail.com

RESUMEN

Este trabajo expone la construcción de un visualizador dinámico de mapas y estadísticas por internet para consultar la estadística de educación media superior y superior de la Universidad Autónoma del Estado de México, ello a partir de la estandarización de datos estadísticos tabulares, la generación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) para este propósito y el empleo de herramientas de bajo costo como *Google Maps*. La relevancia del trabajo radica en que se dio un marco geográfico a datos que hasta hace poco sólo se analizaban de forma tabular. Para cumplir el objetivo, se empleó el método de ciclo de vida clásico de un sistema de información aplicado al desarrollo de un SIG. Entre los principales resultados destacan la construcción de una base de geodatos con la estadística referida y la georreferenciación de todos los espacios académicos y administrativos de esta Universidad. Además, con el SIG, el visualizador generado puede ser fácilmente actualizado año tras año, para mostrar datos confiables, relevantes y oportunos.

Palabras clave: Visualizador de mapas, SIG, georreferenciación, estadísticas universitarias.

IMPLEMENTATION OF A GIS IN THE AUTONOMOUS UNIVERSITY OF MEXICO STATE (MEXICO) TO GIVE A GEOGRAPHIC FRAME TO THEIR STATISTICS ABOUT MID AND SUPERIOR EDUCATION

ABSTRACT

This work shows the making process of an Internet-based dynamic map and statistics viewer allowing queries about mid and superior statistics of the Autonomous University of Mexico State, through data standardization, a GIS project and the use of low cost tools, like *Google Maps*.

Franco Plata, R., Manzano Solís, L.R., González López, S., Pineda Jaimes, N. B., Aranda Sánchez, J. M., Santana Juárez, M.V. (2012): "Implementación de un SIG en la Universidad Autónoma del Estado de México (México) para dar un marco geográfico a su estadística de educación media superior y superior", *GeoFocus (Informes y comentarios)*, n° 12, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

The relevance of the work relies on the fact that a geographic framework was built to display data formerly only managed and showed in tabular format. To make this, the classic life cycle of an information system was used to develop a GIS application. The main results are the geodata base construction with the statistics of the University, and the georeferencing of both academic and administrative University spaces. Finally, with this map viewer data can be easily updated each year with the aim of show reliable, relevant and appropriate data.

Keywords: Map viewer, GIS, georeferencing, statistics of the university.

1. Introducción

La Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) históricamente ha generado concentrados estadísticos con datos de educación media superior y superior. Sin embargo, hasta antes de la presente propuesta, la presentación de dicha estadística era de forma tabular.

Con la intención de dar un contexto geográfico para el análisis territorial a este tipo de datos es que se propuso elaborar un SIG con la estadística de educación media superior y superior de la UAEM, del cual se tuvo el objetivo de difundir su contenido mediante un visualizador de mapas en internet.

Con la finalidad de transmitir la experiencia lograda, en el presente texto se documentan los antecedentes directos del SIG que se elaboró, así como el proceso metodológico que llevó a su materialización para, posteriormente, mostrar los principales resultados obtenidos, hacer un análisis de los mismos y exponer las conclusiones a las que se llegó.

Es así que se habla de los proyectos actuales con los que se pueden consultar las estadísticas universitarias de la UAEM, los cuales constituyen los antecedentes directos del SIG desarrollado y que, a la vez, son sus principales proveedores de datos. En cuanto al método empleado, de ciclo de vida clásico de un sistema de información aplicado al desarrollo de un SIG, consistió básicamente en seis etapas: análisis de requerimientos, diseño conceptual, diseño lógico, diseño físico o implementación, pruebas y retroalimentación. El resultado de aplicar dicho método dejó documentadas las necesidades que se buscaban cubrir con el SIG propuesto, así como la definición de los datos que necesitaría de entrada y aquellos que generaría a la salida, los programas computacionales necesarios para llevar a cabo ciertas tareas y la forma en que se organizarían las actividades y los datos para cumplir con el objetivo establecido de inicio. Es de destacar que se generó una capa con la localización de los espacios de la UAEM, la cual no existía antes de la realización de este proyecto. Además, se empleó una forma innovadora en la UAEM de transmitir este tipo de información al emplear un visualizador de mapas basado en aplicaciones de *Google Maps* con la finalidad de reducir costos de implementación.

Franco Plata, R., Manzano Solís, L.R., González López, S., Pineda Jaimes, N. B., Aranda Sánchez, J. M., Santana Juárez, M.V. (2012): "Implementación de un SIG en la Universidad Autónoma del Estado de México (México) para dar un marco geográfico a su estadística de educación media superior y superior", *GeoFocus (Informes y comentarios)*, n° 12, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

2. Marco institucional del proyecto

Para la UAEM las estadísticas universitarias son, en términos generales, datos referentes a la vida escolar de los alumnos, actividades docentes de los profesores e investigadores, personal administrativo, desarrollo de infraestructura para la educación y de todas aquellas actividades relacionadas con la formación integral del alumno y del personal académico y administrativo. Estos datos son recolectados y procesados de forma regular para conformar indicadores estadísticos e información útil para la toma de decisiones que propicien el desarrollo de las instituciones de educación que las recolectan.

Así, por ejemplo, en el ámbito del desempeño escolar es posible conocer la demanda y oferta que sucede en una institución de educación, la matrícula inscrita y la evaluación de los principales indicadores de desempeño escolar, como reprobados, deserción, eficiencia terminal y titulación.

La información estadística es un factor preponderante para la UAEM ya que a través de ésta se pueden tomar decisiones asertivas. Esta Universidad, mediante su Secretaría de Planeación y Desarrollo Institucional, recaba e integra información universitaria, la cual es obtenida de diferentes instrumentos internos y externos.

Por ejemplo, la matrícula es captada a través de la *Estadística 911*, herramienta del orden federal que solicita la Secretaría de Educación Pública (SEP) a todas las instituciones educativas del país desde 1992 en el marco de la descentralización del sistema educativo, y tiene el propósito de ver la situación que guarda cada una de ellas.

Es importante mencionar que la *Estadística 911* es uno de los instrumentos que apoya a integrar la *Agenda Estadística Universitaria* de la UAEM y los indicadores de desempeño en materia educativa. En lo concerniente al aspecto de estudios avanzados, extensión y vinculación, difusión cultural, recursos humanos y financieros, la *Agenda Estadística* es la encargada de suministrar la información.

Sin embargo, la estadística obtenida por parte de la Secretaría de Planeación y Desarrollo Institucional no se encuentra georreferenciada, lo que implica ver la información de forma tabular, pero sin poder vislumbrar todos los factores de manera geográfica en un contexto estatal y nacional de educación media superior y superior.

La Universidad Autónoma del Estado de México, dentro de sus sistemas de información, tiene el Observatorio Dinámico de Datos Estadísticos, conocido como *Universidatos*, instrumento de consulta y análisis de la institución. Este sistema de información es estratégico para esta Universidad debido a que brinda referencias precisas de dónde y cómo se encuentra posicionada respecto a otras instituciones de educación media y superior, facilitando la construcción de escenarios con cruce dinámico de datos estadísticos. En este caso, los datos estadísticos pueden ser consultados vía internet o empleando un disco interactivo. Esta es una herramienta disponible para

Franco Plata, R., Manzano Solís, L.R., González López, S., Pineda Jaimes, N. B., Aranda Sánchez, J. M., Santana Juárez, M.V. (2012): "Implementación de un SIG en la Universidad Autónoma del Estado de México (México) para dar un marco geográfico a su estadística de educación media superior y superior", *GeoFocus (Informes y comentarios)*, n° 12, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

apoyar las tareas de análisis de académicos, investigadores y estudiosos del desarrollo de la educación media superior y superior. Sin embargo, dicha herramienta no permite ver en un contexto espacial la información que brinda.

Cuando se habla de datos con referencia espacial se hace alusión a lo que Gómez y Barredo (2006) también denominan información espacial, datos espaciales, datos espacialmente referenciados o datos con referencia geográfica y, específicamente, son aquellos con características de localización sobre la superficie terrestre a partir un sistema de coordenadas de dos o tres dimensiones, los mismos que son la base de todas las operaciones posibles de llevar a cabo en un SIG (Gómez y Barredo, 2006). De hecho, los SIG son una categoría específica de los sistemas de información que se especializa en manejar datos espaciales (Moreno, 2006).

Y es que, de acuerdo con Ruíz (2010), el conocimiento de la distribución espacial y de las propiedades de los elementos que se encuentran en la superficie terrestre y de los fenómenos que en ella se producen se considera un elemento clave para el desarrollo de actividades sobre el territorio. Además, así como todos aquellos sectores que requieren la gestión y análisis de información espacial de manera rápida y eficaz, la Universidad también apreció en los SIG una potente herramienta con y rápidas innovaciones tecnológicas (Gómez y Barredo, 2006) para solventar su necesidad de representación espacial de sus datos estadísticos. Finalmente, y de acuerdo con Moreno (2006), las actuales capacidades de almacenamiento, rapidez de tratamiento de grandes volúmenes de datos y flexibilidad para transferir y presentar información en combinación en el alto desarrollo de Tecnologías de la Información y Comunicaciones ha permitido que, en el entorno computacional, los SIG asuman un papel de soporte fundamental para el trabajo con datos que brindan información espacial del territorio.

Por lo anterior, se apreció un área de oportunidad para dar una referencia geográfica a los datos que integran las estadísticas de la UAEM mediante el desarrollo e implementación de un SIG y el empleo de herramientas de bajo costo para buscar su difusión. Un SIG puede definirse en su forma más básica y genérica como un conjunto de elementos relacionados entre sí con la finalidad de cumplir ciertos objetivos comunes, normalmente definidos por el usuario final, a través de operaciones de entrada y gestión de datos, análisis espacial y estadístico y la posibilidad de salida gráfica de información en forma de mapas. Los SIG se diferencian de otros sistemas de información porque trabajan con geodatos, es decir, datos referenciados geográficamente (Davis, 2001; Eastman, 2009; Tomlinson, 2008).

Sin embargo, la definición anterior no es explícita en los elementos que es necesario que interactúen en el SIG, más allá de la sola consideración de un programa computacional, pues para que el SIG sea efectivo es necesaria la integración a dicho programa de los datos a analizar, los periféricos que permitirán la entrada y salida de esos datos, el analista que define los esquemas de análisis de los datos, así como los métodos que proporcionan certidumbre los análisis. Así, por ejemplo, Buzai (2008) retoma de Teixeira la definición de SIG como un conjunto de programas, equipamientos, metodologías, datos y personas integrados para la recolección, almacenamiento, procesamiento y análisis de datos geográficamente referenciados, así como para la producción de

Franco Plata, R., Manzano Solís, L.R., González López, S., Pineda Jaimes, N. B., Aranda Sánchez, J. M., Santana Juárez, M.V. (2012): "Implementación de un SIG en la Universidad Autónoma del Estado de México (México) para dar un marco geográfico a su estadística de educación media superior y superior", *GeoFocus (Informes y comentarios)*, n° 12, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

información derivada de su aplicación. Moreno (2006) y Gómez y Barredo (2006) reafirman esta visión del SIG al considerar que deben conjugar cuatro componentes básicos: *hardware*, *software*, datos y analistas con amplios fundamentos teóricos y metodológicos respecto al análisis del territorio.

La tecnología de SIG puede considerarse como horizontal, en el sentido de que puede ser empleada prácticamente por profesionales en el ámbito de cualquier disciplina que tengan la necesidad de representar sus datos en un marco geográfico; adicional a los conocimientos de su disciplina, sólo bastará tener nociones básicas de cartografía, capacitación técnica para el uso del sistema y conocimiento sobre los métodos que emplean sus herramientas, esto último es fundamental para asegurar resultados de calidad. Y es que para Moreno (2008:4) *casi ninguna de las actividades humanas puede ser ajena al uso de datos geográficos: de índole económica, política, social, familiar, lúdica, militar, etc. y por supuesto, de las científicas y las educativas, precisan, en mayor o menor grado, de información geográfica.*

Aunque un SIG hace mapas y tiene ciertas funciones para dibujar, lo específico del SIG reside en rasgos tales como su capacidad para almacenar grandes volúmenes de información georreferenciada, el manejo de topología o su potencial para el análisis de la misma, que le hacen idóneo para abordar problemas de planificación y gestión, es decir, para la toma de decisiones (Davis, 2001; Moreno, 2006). Entre las capacidades generales de los SIG se tiene que estos permiten identificar qué hay en un lugar del territorio (o sus atributos), dónde hay un hecho concreto u ocurre tal o cual proceso, qué distribución espacial tiene dicho proceso, qué tendencias o cambios temporales han ocurrido en el territorio, qué ruta seguir para un desplazamiento y la construcción de escenarios (Moreno, 2006).

3. Materiales, datos y métodos

Una vez clarificados el objetivo y el objeto del estudio, la investigación se desarrolló siguiendo el ciclo de vida clásico de un sistema de información aplicado al desarrollo de un SIG, el cual ha sido probado con éxito por distintos autores (Environmental Systems Research Institute [ESRI], 2007; Franco, 2008; Manzano, 2007; Manzano *et al*, 2010; Manzano y Franco, 2009; Quentin *et al*, 2007; Tomlinson, 2008), y consiste en (1) análisis de requerimientos, (2) diseño conceptual, (3) diseño lógico, (4) diseño físico o implementación, (5) pruebas y (6) retroalimentación.

3.1. Análisis de requerimientos

La tecnología SIG, como es conocido, ofrece una potente gama de prestaciones para soportar las tareas de toma de decisiones, como proporcionar un gestor de bases de geodatos y contar, entre otras, con operaciones analíticas de visualización, búsqueda y análisis estadístico de los datos (Moreno, 2008). La razón de contar con un SIG en la UAEM radicó en la necesidad de

Franco Plata, R., Manzano Solís, L.R., González López, S., Pineda Jaimes, N. B., Aranda Sánchez, J. M., Santana Juárez, M.V. (2012): "Implementación de un SIG en la Universidad Autónoma del Estado de México (México) para dar un marco geográfico a su estadística de educación media superior y superior", *GeoFocus (Informes y comentarios)*, n° 12, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

representar sobre el territorio la distribución espacial de los espacios de la Universidad y presentar sus principales atributos a través de indicadores básicos, aprovechando las funciones para digitalizar los datos geográficos y la generación de bases de datos para administrar la información (Bosque, 2004).

En el análisis de requerimientos se declaró la necesidad básica que se tenía, en este caso, diseñar e implementar un SIG con la estadística de educación media superior y superior. Para ello se establecieron las interrogantes clave mostradas en la [Tabla 1](#) al personal operativo de la Universidad que trabaja con la estadística bajo estudio. La intención fue proporcionar una visión distinta de la estadística universitaria para ampliar los horizontes de análisis (Ruíz, 2004), desde una perspectiva espacial que permitiera incluir otras variables de análisis.

Como se aprecia en la [Tabla 1](#), su principal requerimiento fue visualizar dicha estadística en un contexto geográfico. Sin embargo, en la institución no se contaba con los recursos necesarios para llevar a cabo esta tarea en un año. Este ejercicio permitió definir un marco de trabajo en el que habría recursos financieros limitados, la necesidad de incluir en el proyecto a personal especializado en Geografía y Geoinformática y buscar alternativas de desarrollo de bajo costo, empleando el *hardware* y *software* disponibles en la UAEM.

3.2. Diseño conceptual

El diseño conceptual permitió contextualizar el desarrollo de la propuesta en el marco de un trabajo en un entorno de SIG y considerando los requerimientos de la etapa anterior. El resultado de desarrollar esta etapa se simplifica con el modelo conceptual que se muestra en la [figura 1](#).

Como lo expresa la [figura 1](#), la idea fundamental fue contar con un SIG en cuya base de geodatos se almacenara la estadística de educación media superior y superior de la UAEM, también mapas del contexto geográfico al que se suscribe la presencia de la UAEM, incluyendo distintos niveles espaciales y administrativos, como espacios académicos, localidades, municipios, regiones y el estado, y, finalmente, distintos documentos que se pudieran consultar mediante el SIG.

Una vez dentro del SIG, se estaría en condiciones de emplear las herramientas del propio sistema para realizar análisis estadísticos y espaciales de los datos y mapas de entrada. La última parte del diseño conceptual la constituye la salida de información, la cual se determinó con base en los requerimientos y en las distintas opciones que ofrece un SIG: reportes, mapas y visualizador de mapas en internet.

3.3. Diseño lógico

En esta etapa se desarrolló la secuencia lógica de pasos para poder dar respuesta a los requerimientos de inicio, formalizados mediante el diseño conceptual; el resultado de la etapa

Franco Plata, R., Manzano Solís, L.R., González López, S., Pineda Jaimes, N. B., Aranda Sánchez, J. M., Santana Juárez, M.V. (2012): "Implementación de un SIG en la Universidad Autónoma del Estado de México (México) para dar un marco geográfico a su estadística de educación media superior y superior", *GeoFocus (Informes y comentarios)*, n° 12, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

permitió definir los materiales específicos (sobre todo el perfil de los analistas, geodatos, *hardware* y *software* a emplear) y aclarar el tipo de salidas que ofrecería el sistema. La [figura 2](#) muestra el modelo lógico, que simplifica la secuencia de pasos seguidos para que el SIG que se propuso se pudiera concretar.

De acuerdo con la [figura 2](#), la estadística de educación media superior y superior fue proporcionada por la Secretaría de Planeación y Desarrollo Institucional de la UAEM con un diseño de tabla que incluye imágenes, títulos y notas a pie, por lo que ésta tuvo que ser estandarizada para darle el formato necesario de tabla simple que pudiera ser manipulado en el SIG, es decir, campos y filas simples, sin nombres largos o complejos y con caracteres que reconozca el SIG, y sin elementos especiales, como imágenes.

Una vez que los datos fueron estandarizados se procedió a su validación, tomando en cuenta que los datos tuvieran consistencia, estuvieran completos y que fueran coherentes. Esta fue una tarea laboriosa que requirió una importante inversión de tiempo y el apoyo de quien generó la estadística original. Una vez que los datos estuvieron listos se importaron al SIG y se vincularon con la capa que contiene los espacios de la UAEM georreferenciados. Para llegar a esta georreferenciación se trabajó identificando la ubicación de cada uno de los espacios sobre la aplicación *Google Earth*, siendo asistidos en todo momento por personal de cada uno de los espacios, quienes proporcionaron la ubicación partiendo de lugares generales y de referencia, hasta identificar los edificios de cada espacio. Este ejercicio de ubicación de espacios se envió al Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGECEM) para que, con el apoyo de fotografías aéreas con mayor detalle y precisión espacial, sus expertos en fotointerpretación validaran las ubicaciones logradas en la Secretaría de Planeación y Desarrollo Institucional y, si era el caso, se realizaran las correcciones necesarias.

En un entorno de SIG, además de mapas digitales existe información alfanumérica con atributos del territorio, misma que se almacena en tablas y que, por lo general, va asociada a los mapas, y ambos conjuntos de datos son los que conforman las bases de datos geográficos (Cervera y Rodríguez, 2006). Por ello, la capa que muestra la ubicación de los espacios de la UAEM que se validó fue llevada al SIG y se vinculó con los datos tabulares de la estadística de educación media superior y superior. Otras capas que se agregaron al SIG fueron las de ubicación de espacios académicos de orden estatal proporcionada por el Gobierno del Estado de México a través del IGECEM, imágenes de satélite para identificación de referencias en el entorno de los espacios, localidades, municipios y regiones del Estado de México, con la finalidad de analizar la presencia de la UAEM respecto a dichos límites administrativos. Como resultado del desarrollo del diseño lógico, fue posible identificar las principales características que tendrían los datos y capas que integraron el SIG.

En lo que se refiere a las salidas del SIG, los datos se organizaron pensando en generar mapas para ser usados en el informe anual de actividades del Rector de la UAEM, la *Agenda Estadística Institucional*, un visualizador de mapas y la generación de reportes estadísticos con los principales indicadores de la máxima casa de estudios mexiquense.

Franco Plata, R., Manzano Solís, L.R., González López, S., Pineda Jaimes, N. B., Aranda Sánchez, J. M., Santana Juárez, M.V. (2012): "Implementación de un SIG en la Universidad Autónoma del Estado de México (México) para dar un marco geográfico a su estadística de educación media superior y superior", *GeoFocus (Informes y comentarios)*, n° 12, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

3.4. Implementación, pruebas y retroalimentación

La implementación consistió en el desarrollo final del sistema sobre un *software* específico, con el empleo de herramientas específicas (*hardware* y *software*) y procedimientos definidos; los resultados de las etapas anteriores son los que alimentaron la implementación. Por último, las pruebas y retroalimentación han consistido en dar uso al sistema desarrollado y verificar su funcionamiento para poder hacer, si es el caso, las mejoras pertinentes; al tratarse de un ciclo, el resultado de las pruebas retroalimenta el proceso propuesto en cualquiera de las etapas anteriores, lo que a su vez permite una mejora continua del producto final.

Para materializar la implementación se tomaron en conjunto todas las reflexiones identificadas en el análisis de requerimientos, el diseño conceptual y el diseño lógico, resultando en las siguientes consideraciones:

- Estrechar vínculos con la Facultad de Geografía para hacer uso de *hardware* y *software* necesario para implementar el servidor de mapas, ya que en las instalaciones de la Secretaría de Planeación y Desarrollo Institucional de la UAEM no se contaba con la infraestructura específica para el proyecto.
- Establecer vínculos con el IGECEM para contar con información adicional del marco territorial del Estado de México.
- *Software* a emplear: *Excel*, *ArcGIS*, *Google Maps* (API).
- Alternativas de lenguajes de programación: *JavaScript*, *php*.

4. Descripción y análisis de resultados

La propuesta inicial de este proyecto fue contar con un SIG consolidado, mismo que tras la experiencia desarrollada se ha logrado, bajo la premisa de que para que la Secretaría de Planeación y Desarrollo Institucional de la UAEM comenzara a generar sus propios productos en un contexto geográfico necesitaba un SIG con estas características ya que, de lo contrario, corría el riesgo de que su intención se diluyera en la desorganización y falta de objetivos.

Una vez implementado el SIG con datos y objetos geográficos validados y fiables, se estuvo en condiciones de comenzar a generar salidas a manera de mapas y reportes, entre las cuales destacan mapas y reportes impresos y digitales, sobresaliendo un visualizador de mapas generado sobre la plataforma de *Google Maps* que es el que se detalla más adelante. Aplicando el criterio de Moreno (2008), el visualizador constituye una herramienta para identificar patrones espaciales de ubicación, cantidad y características de los espacios de la UAEM, resaltando cualidades particulares relacionadas con condiciones de conducta espacial humana (Moreno, 2008) y de cohesión social, partiendo de la comunidad universitaria.

Es así que, como se mencionó anteriormente, uno de los productos que ahora alimenta el SIG es un visualizador de mapas con la estadística de educación media superior y superior de la

Franco Plata, R., Manzano Solís, L.R., González López, S., Pineda Jaimes, N. B., Aranda Sánchez, J. M., Santana Juárez, M.V. (2012): "Implementación de un SIG en la Universidad Autónoma del Estado de México (México) para dar un marco geográfico a su estadística de educación media superior y superior", *GeoFocus (Informes y comentarios)*, n° 12, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

UAEM de los años 2010 y 2011, mismo que puede ser consultado en internet mediante el hipervínculo <http://facgeografia.uaemex.mx/observatorio/presencia/sig.php>. El visualizador de mapas muestra las capas y atributos generados en el SIG. Para poder consultar la información el visualizador de mapas cuenta con herramientas de gestión de capas, acercamiento-alejamiento al mapa, *paneo* y fondo visualizado como mapa de calles o con imágenes de satélite ([figura 3](#)).

En el visualizador, a través del menú, se pueden apreciar los mapas temáticos de presencia municipal de planteles de preparatoria, centros universitarios y cobertura municipal general ([figura 4](#)), todos ellos de la UAEM.

En los mapas que se visualizan también pueden ser consultados los atributos asociados a cada uno de ellos. Una primera forma de acceder a los atributos es la que se muestra en la [figura 5](#), donde al dar *clic* en un espacio académico aparece una caja de mensaje con información básica del espacio: nombre del espacio, director, dirección, teléfono, fax, correo electrónico y clave del centro de trabajo.

Una segunda forma de acceder a la información es mediante la sección de "Espacios" que se encuentra en el menú de la página ([figura 6](#)). Basta con seleccionar el tipo de espacio que se desea consultar: Centro Universitario, Unidad Académica Profesional, Facultad o Plantel de la Escuela Preparatoria, para después seleccionar el nombre del espacio deseado.

Para cada espacio de la pestaña "Espacios" se brindan hipervínculos para ver su propia página de internet, mostrar dicho espacio en el visualizador de mapas o para mostrar su estadística ([figura 7](#)): planes de estudio, ingreso, matrícula, egresados y titulados por cada plan de estudio, por género y total. También se expone la misma información a manera de gráficos estadísticos. Tanto los datos tabulares como las gráficas visibles en esta ventana puede ser impresos por el usuario a manera de reporte, para ello el sistema cuenta con un botón que facilita dicha tarea. Adicional a lo anterior, esta nueva ventana del explorador de internet expone algunas de las fotografías de las fachadas de los edificios del espacio de la UAEM que se esté consultando ([figura 8](#)).

Es importante aclarar que si bien la información estadística de los espacios ya se encuentra en el SIG, al momento del reporte no lo está del todo en el visualizador de mapas y que se está en proceso de alimentación del mismo para que en el corto plazo se encuentre al cien por ciento disponible por este medio. Sin embargo, también es de destacar que por ahora los datos contenidos en el SIG y su visualizador permiten lo que Buzai (2008) denomina *análisis horizontal y vertical*, siendo estos los que permiten ver los distintos atributos de un espacio universitario, así como aquellos con los que es posible ver cómo se comporta un atributo en específico respecto a varios de estos espacios, de manera respectiva; quedando pendiente el análisis de profundidad o histórico, el cual permite ver la evolución de los datos a través del tiempo, puesto que por ahora se han cargado al visualizador únicamente datos de los años 2010 y 2011.

Franco Plata, R., Manzano Solís, L.R., González López, S., Pineda Jaimes, N. B., Aranda Sánchez, J. M., Santana Juárez, M.V. (2012): "Implementación de un SIG en la Universidad Autónoma del Estado de México (México) para dar un marco geográfico a su estadística de educación media superior y superior", *GeoFocus (Informes y comentarios)*, n° 12, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

5. Discusión y valoración de hallazgos

Una vez implementado el SIG con la estadística de educación media superior y superior, y generados los primeros productos derivados de éste, se solicitó al personal de la Secretaría de Planeación y Desarrollo Institucional que revisara los resultados para retroalimentar el proyecto. A continuación se presentan los principales comentarios.

Todo sistema abierto a distintos tipos de usuarios, como es el servidor de mapas, requiere de una mejora constante de la interfaz de usuario para que ésta sea fácil de entender y manejar. Lo anterior porque se suponen usuarios con distintos niveles de formación en el manejo de este tipo de herramientas, desde los que no están familiarizados con interfaces de internet hasta especialistas en Tecnologías de la Información Geográfica. Para ello, el equipo de trabajo que da mantenimiento al SIG está al pendiente de nuevas herramientas e interfaces que permitan la mejora continua.

Con la finalidad de asegurar el óptimo uso del visualizador de mapas, también se ha identificado la necesidad de contar con una sección de ayuda que, de ser posible, incluya tutoriales en video sobre el uso del sitio. En este sentido, los primeros tutoriales en video ya están disponibles en el sitio del visualizador de mapas.

Un elemento que está bajo análisis es el correcto funcionamiento del servidor de mapas sobre diferentes exploradores de internet. En la actualidad funciona bien en *Internet Explorer* de Microsoft, pero se está evaluando su rendimiento y correcta visualización en *Google Chrome*, *FireFox* y otros navegadores de internet de uso común.

6. Conclusiones

El principal producto generado ha sido la implementación y funcionamiento del SIG, el cual alberga en su base de geodatos la estadística de educación media superior y superior de la UAEM, para gestionarlos y procesarlos a través de las herramientas propias del SIG. En la base de geodatos del SIG también se ingresaron los mapas e imágenes de satélite de las zonas a que se refieran los datos estadísticos; estos mapas e imágenes están ahora integrados a los datos para darles así su referencia geográfica en el entorno territorial del Estado de México.

Durante la estructuración de la base de datos se topó con problemas que, tanto Cervera y Rodríguez (2006) como Gómez y Barredo (2006), acusan como constante en tareas de este tipo: recopilar información de distintas fuentes, las cuales no siempre son compatibles entre sí, lo que implica invertir gran cantidad de tiempo en su adecuación; sin embargo, una vez que los datos de entrada se encuentran en la base de geodatos, dentro del SIG se tiene la posibilidad de realizar análisis estadísticos y espaciales, esto mediante el empleo de las herramientas propias del SIG. Adicionalmente, con los datos de entrada que han sido definidos y la estructura y gestión funcional de la base de geodatos, las salidas del SIG ahora proporcionan síntesis estadísticas e información para construir:

Franco Plata, R., Manzano Solís, L.R., González López, S., Pineda Jaimes, N. B., Aranda Sánchez, J. M., Santana Juárez, M.V. (2012): "Implementación de un SIG en la Universidad Autónoma del Estado de México (México) para dar un marco geográfico a su estadística de educación media superior y superior", *GeoFocus (Informes y comentarios)*, n° 12, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

- Reportes estadísticos que incluyan mapas temáticos.
- Cartografía base y temática impresa o digital mediante imágenes (*.bmp, *.png, *.jpg, *.tiff, *.gif) o archivos de documentos portables (*.pdf, *.eps).
- Visualizadores de mapas para distribuir la información estadística y cartográfica por internet.

Productos que ejemplifican lo anterior son los mapas que se han generado para los documentos institucionales del *Informe Anual de Actividades* y la *Agenda Estadística* de la UAEM, así como para el visualizador de mapas. El SIG está estructurado de forma tal que permite estas alternativas de salida de la información según las necesidades de la Secretaría de Planeación y Desarrollo Institucional.

La implementación de este proyecto de SIG permite la organización y estandarización de la información que maneja la Secretaría de Planeación y Desarrollo Institucional, mostrando beneficios a corto, mediano y largo plazo, pues implicará ahorro en tiempo y personal para el procesamiento de los datos y, en términos generales, reducirá el tiempo de respuesta en la solicitud de información referenciada espacialmente que muestre los principales indicadores de eficiencia, calidad y productividad de los distintos ámbitos de la vida universitaria.

En general, es de destacar que en el proyecto se empleó el SIG desde las orientaciones de entorno de trabajo (Buzai, 2008; Gómez y Barredo, 2006) como (a) sistema computacional, (b) aprovechando su funcionalidad como sistema que permite el almacenamiento y reporte de datos espaciales, (c) respecto a la posibilidad de gestionar bases de datos que contienen información referenciada espacialmente y (d) generación de mapas de salida que se distribuyen mediante el visualizador de mapas.

Por otra parte, y gracias al desarrollo del proyecto, se establecieron nuevos vínculos y se consolidaron los existentes entre la Secretaría de Planeación y Desarrollo Institucional y otras dependencias, tanto de la misma Universidad como con el gobierno estatal, de manera tal que ahora se cuenta con medios y mecanismos para intercambiar información, emplear herramientas y facilitar consultas y capacitación con los expertos.

Finalmente, la Universidad Autónoma del Estado de México incursiona con el SIG expuesto en la tendencia actual de la cartografía y el análisis del territorio: los servicios en internet, el ajuste a estándares nacionales e internacionales, la interoperabilidad y la integración de sistemas, ya que la institución tiene claro que de esta forma se favorece la aparición de nuevas estructuras de conocimiento y nuevas vías de visualizar el territorio (Ruíz, 2004).

Franco Plata, R., Manzano Solís, L.R., González López, S., Pineda Jaimes, N. B., Aranda Sánchez, J. M., Santana Juárez, M.V. (2012): "Implementación de un SIG en la Universidad Autónoma del Estado de México (México) para dar un marco geográfico a su estadística de educación media superior y superior", *GeoFocus (Informes y comentarios)*, n° 12, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

Referencias bibliográficas

Bosque Sendra, J. (2004): "El uso de los SIG para localizar equipamientos e instalaciones", en: *SIG y localización óptima de instalaciones y equipamientos*. Bosque Sendra, J. y Moreno Jiménez, A. (Coordinadores). Ra-Ma. Madrid, España, págs. 103-120.

Buzai, G. D. (2008): *Sistemas de Información Geográfica (SIG) y cartografía temática. Métodos y técnicas para el trabajo en el aula*. 1ª ed. SIBSIG-Lugar Editorial-Universidad Nacional de Luján. Buenos Aires, Argentina. 131 pp.

Cervera Cruaños, B. y Rodríguez Esteban, J. A. (2006): "Captura de información alfanumérica", en: *Sistemas y análisis de la información geográfica. Manual de autoaprendizaje con ArcGIS*. Moreno Jiménez, Antonio (Coord.). Alfaomega-RaMa. Madrid, España, págs. 377-447.

Davis, B.E. (2001): *GIS: a visual approach*. 2ª ed. OnWord Press. EE.UU. 438 pp.

Eastman, R. (2009): *Idrisi Taiga Manual*. Clark University. Clark Labs. Worcester, MA. EUA. 341 pp.

Environmental Systems Research Institute [ESRI] (2007): *ArcGIS 9. Getting Started With ArcGIS*. ESRI. USA. 261 pp.

Franco, R. (2008): *Concepción e implementación de un módulo hidrogeomático para la evaluación de disponibilidad de recursos hídricos*. Tesis de Doctorado en Ingeniería. Centro Interamericano de Recursos del Agua, Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. 169 pp.

Gasca, E. (2009): *Plan Rector de Desarrollo Institucional 2009-2013*. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. 203 pp.

Gómez Delgado, M. y Barredo Cano, J. I. (2006): *Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio*. 2ª ed. Alfaomega-RaMa. Madrid, España. 279 pp.

Manzano, L.R. (2007): *Diseño de base de geodatos censales demográficos e implementación geomática de indicadores e índices hídricos*. Tesis de Maestría en Ciencias del Agua. Centro Interamericano de Recursos del Agua, Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. 201 pp.

Manzano Solís, L.R. y Franco Plata, R. (2009): "Modelo en SIG para inferir la distribución espacial continua de la población a partir de datos por localidad", en: *Memorias del XI Seminario Internacional "La Dimensión Humana en las Ciudades y Metrópolis"*. Jalisco, México, págs. 649-663.

Manzano Solís, L.R.; Franco Plata, R. y Sosa, N. (2010): "Propuesta metodológica para la generación de imágenes de superficie continua con distribución de la población en un territorio mediante una aplicación de SIG", en: *América Latina frente a la globalización. Una visión humanista y ambiental del espacio*. Toluca, México, págs. 289-304.

Franco Plata, R., Manzano Solís, L.R., González López, S., Pineda Jaimes, N. B., Aranda Sánchez, J. M., Santana Juárez, M.V. (2012): "Implementación de un SIG en la Universidad Autónoma del Estado de México (México) para dar un marco geográfico a su estadística de educación media superior y superior", *GeoFocus (Informes y comentarios)*, n° 12, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

Moreno Jiménez, A. (2006): "Los Sistemas de Información Geográfica: una breve presentación", en: *Sistemas y análisis de la información geográfica. Manual de autoaprendizaje con ArcGIS*. Moreno Jiménez, A. (Coord.). Alfaomega-RaMa. Madrid, España, págs. 3-18.

Moreno Jiménez, A. (2008): "Los servicios y el desarrollo territorial: una reconsideración conceptual y metodológica actual", en: *Análisis y planificación de servicios colectivos con Sistemas de Información Geográfica*. Moreno Jiménez, A. y Buzai, G. D. (Coord.). Departamento de Geografía, Universidad Autónoma de Madrid. Madrid, España, págs. 5-23.

Quentin, E.; Díaz Delgado, C.; Gómez Albores, M.; Manzano Solís, L. y Franco Plata, R. (2007): "Desarrollo geomático para la gestión integrada del agua", en: *Memorias de la XI Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica (XI CONFIBSIG)*. Buenos Aires, Argentina. Sin número de páginas.

Ruíz Almar, E. (2010): "El impacto de las Tecnologías de la Información Geográfica en la Cartografía y la Geografía: Reflexiones sobre 20 años de Sistemas de Información Geográfica", en: *Geografía y Sistemas de Información Geográfica. Aspectos conceptuales y aplicaciones*. Buzai, G.D. (Ed.). 1ª Ed. GESIG-Universidad Nacional de Lujan. Buenos Aires, Argentina, págs. 51-64.

Tomlinson, R. (2008): *Pensando en el SIG: Planificación del Sistema de Información Geográfica Dirigida a Gerentes*. ESRI Press. EE.UU. 274 pp.

Franco Plata, R., Manzano Solís, L.R., González López, S., Pineda Jaimes, N. B., Aranda Sánchez, J. M., Santana Juárez, M.V. (2012): "Implementación de un SIG en la Universidad Autónoma del Estado de México (México) para dar un marco geográfico a su estadística de educación media superior y superior", *GeoFocus (Informes y comentarios)*, n° 12, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

TABLAS

Tabla 1. Principales requerimientos definidos a partir de preguntas clave.

Interrogante	Respuesta
¿Cuentan con un SIG con la estadística que manejan?	No
¿En qué formato manejan su información?	Tabular: <i>Excel</i> y bases de datos.
¿Está documentada la forma en que gestionan la estadística universitaria? (proceso que incluya recolección, captura, procesamiento y difusión)	No
¿La SPDI tiene personal capacitado para la implementación y manejo del SIG?	No
Concretamente ¿cuál es la necesidad que expresan para los datos de la Estadística de Educación Media Superior y Superior que maneja la SPDI?	Se desea que la estadística se pueda referenciar al territorio, mostrando su ubicación geográfica con base en la localización de los distintos espacios de la UAEM
¿Se tienen contemplados recursos financieros específicamente para este proyecto?	No
¿Qué infraestructura humana, material y monetaria disponen para el desarrollo del proyecto?	Personal especializado en informática, análisis estadístico y diseño gráfico. Computadoras de escritorio y portátiles (sin <i>software</i> de SIG)
Tiempo disponible para la realización del proyecto	1 año

Fuente: Elaboración propia.

Franco Plata, R., Manzano Solís, L.R., González López, S., Pineda Jaimes, N. B., Aranda Sánchez, J. M., Santana Juárez, M.V. (2012): "Implementación de un SIG en la Universidad Autónoma del Estado de México (México) para dar un marco geográfico a su estadística de educación media superior y superior", *GeoFocus (Informes y comentarios)*, n° 12, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

FIGURAS

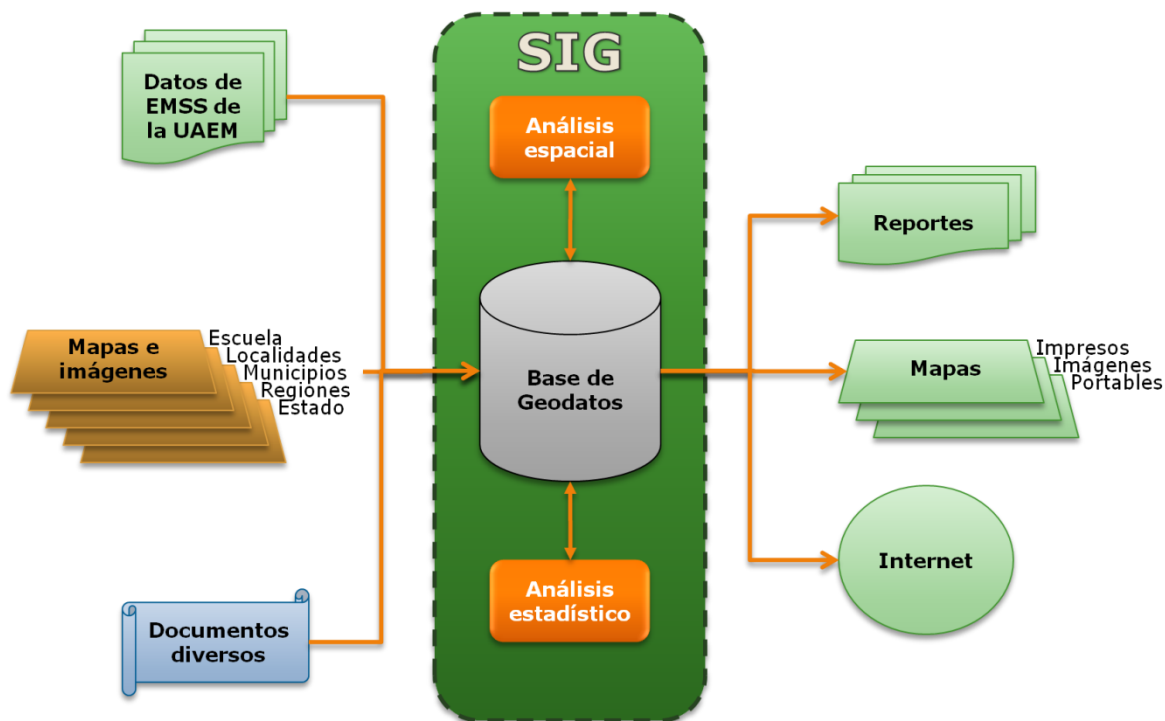


Figura 1. Modelo conceptual del SIG con la estadística de educación media superior y superior (EMSS) de la UAEM.

Franco Plata, R., Manzano Solís, L.R., González López, S., Pineda Jaimes, N. B., Aranda Sánchez, J. M., Santana Juárez, M.V. (2012): "Implementación de un SIG en la Universidad Autónoma del Estado de México (México) para dar un marco geográfico a su estadística de educación media superior y superior", *GeoFocus (Informes y comentarios)*, n° 12, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

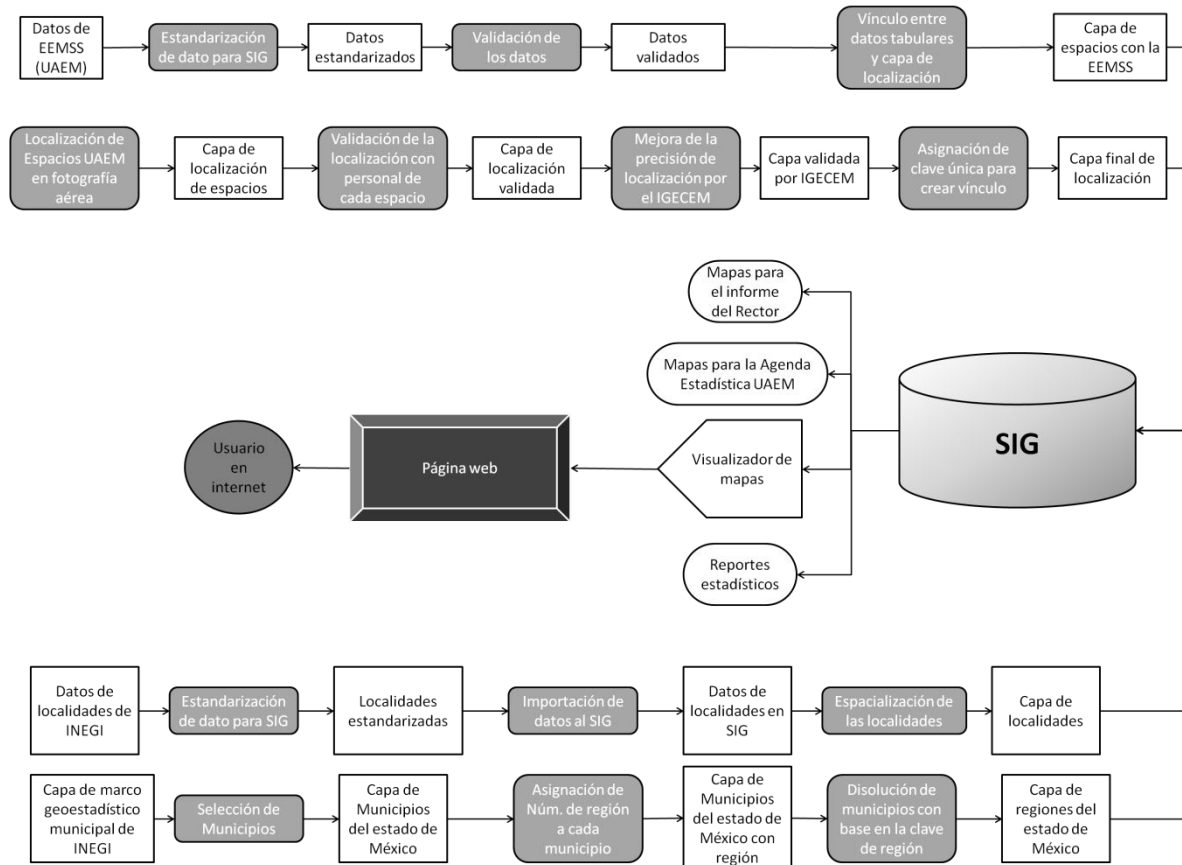


Figura 2. Modelo lógico del SIG con la estadística de educación media superior y superior (EEMSS) de la UAEM.

Franco Plata, R., Manzano Solís, L.R., González López, S., Pineda Jaimes, N. B., Aranda Sánchez, J. M., Santana Juárez, M.V. (2012): "Implementación de un SIG en la Universidad Autónoma del Estado de México (México) para dar un marco geográfico a su estadística de educación media superior y superior", *GeoFocus (Informes y comentarios)*, n° 12, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

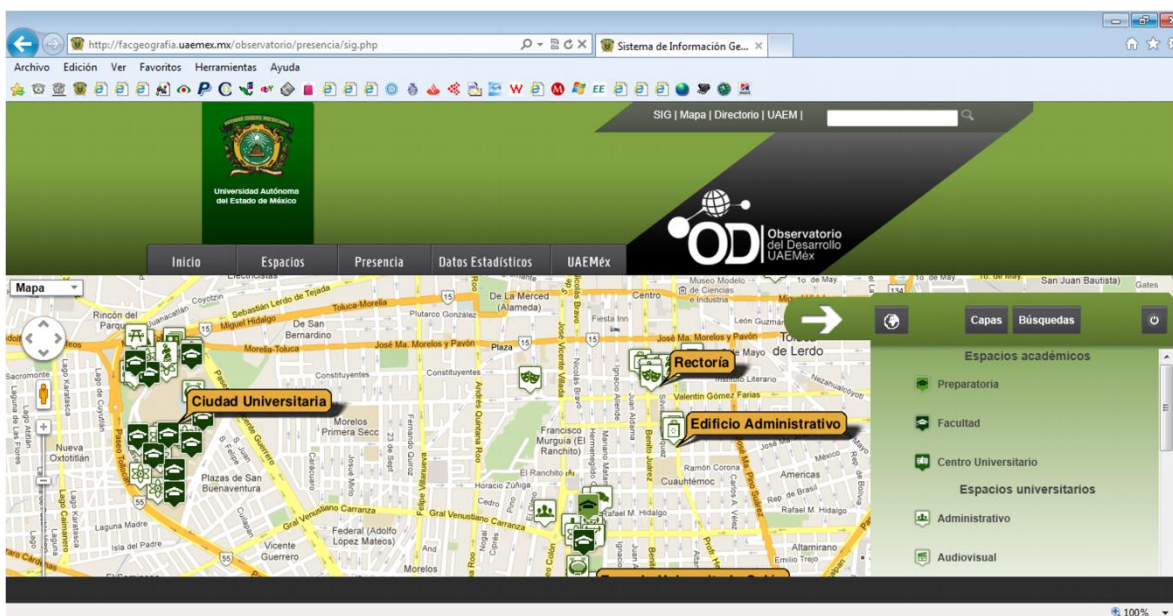


Figura 3. Principales herramientas del servidor de mapas.

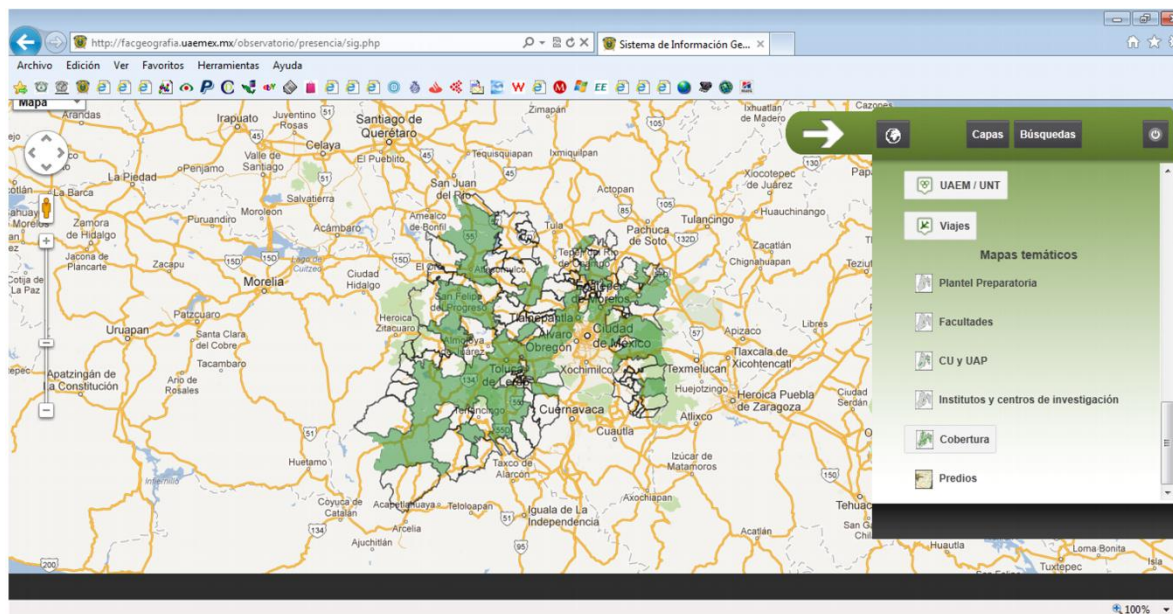


Figura 4. Ejemplo de mapa temático: cobertura municipal que tiene la UAEM en el Estado de México.

Franco Plata, R., Manzano Solís, L.R., González López, S., Pineda Jaimes, N. B., Aranda Sánchez, J. M., Santana Juárez, M.V. (2012): "Implementación de un SIG en la Universidad Autónoma del Estado de México (México) para dar un marco geográfico a su estadística de educación media superior y superior", *GeoFocus (Informes y comentarios)*, n° 12, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

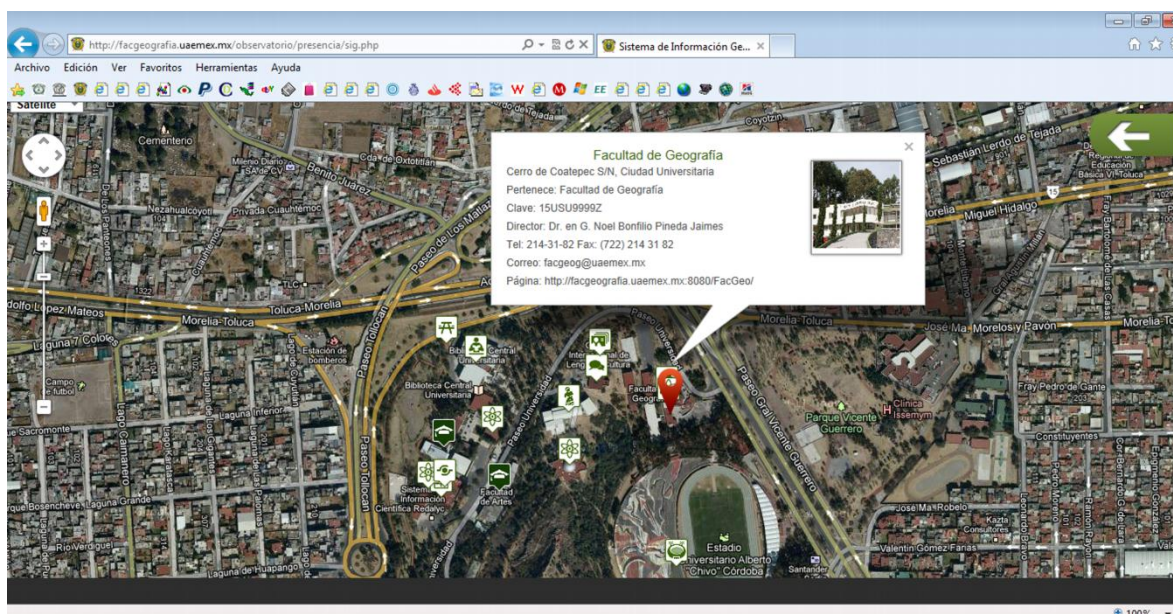


Figura 5. Dando clic a cualquier espacio académico del mapa se tiene acceso a atributos básicos del mismo.



Figura 6. Mediante el menú "Espacios" es posible acceder a los atributos básicos del espacio deseado y tener acceso a la estadística del mismo.

Franco Plata, R., Manzano Solís, L.R., González López, S., Pineda Jaimes, N. B., Aranda Sánchez, J. M., Santana Juárez, M.V. (2012): "Implementación de un SIG en la Universidad Autónoma del Estado de México (México) para dar un marco geográfico a su estadística de educación media superior y superior", *GeoFocus (Informes y comentarios)*, n° 12, p. 25-43. ISSN: 1578-5157

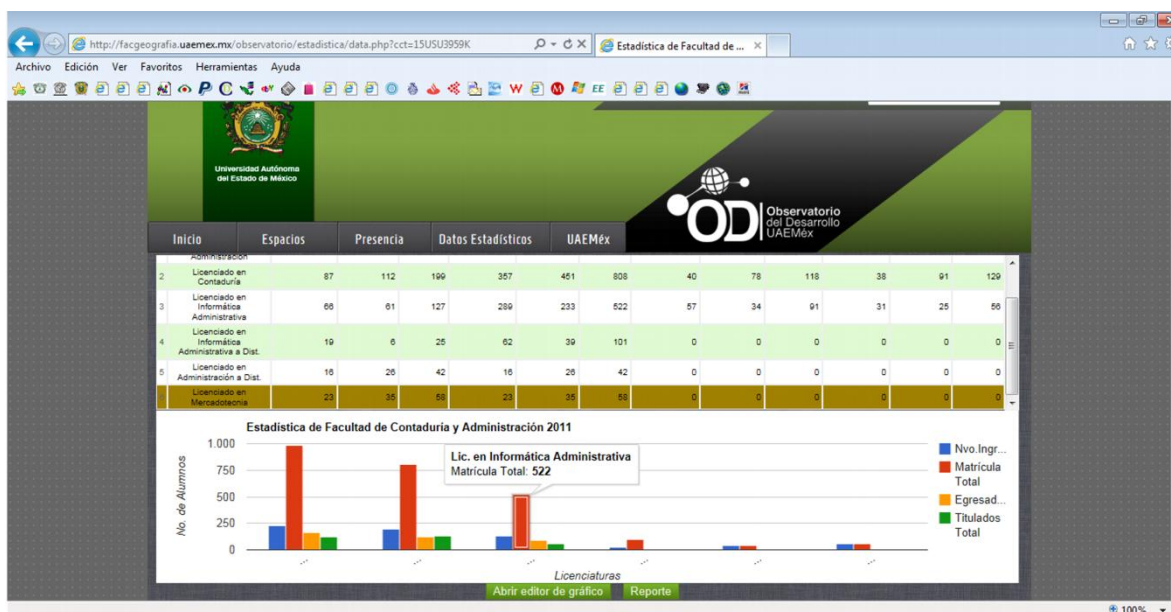


Figura 7. Nueva ventana con datos estadísticos del espacio de la UAEM que se esté consultando.

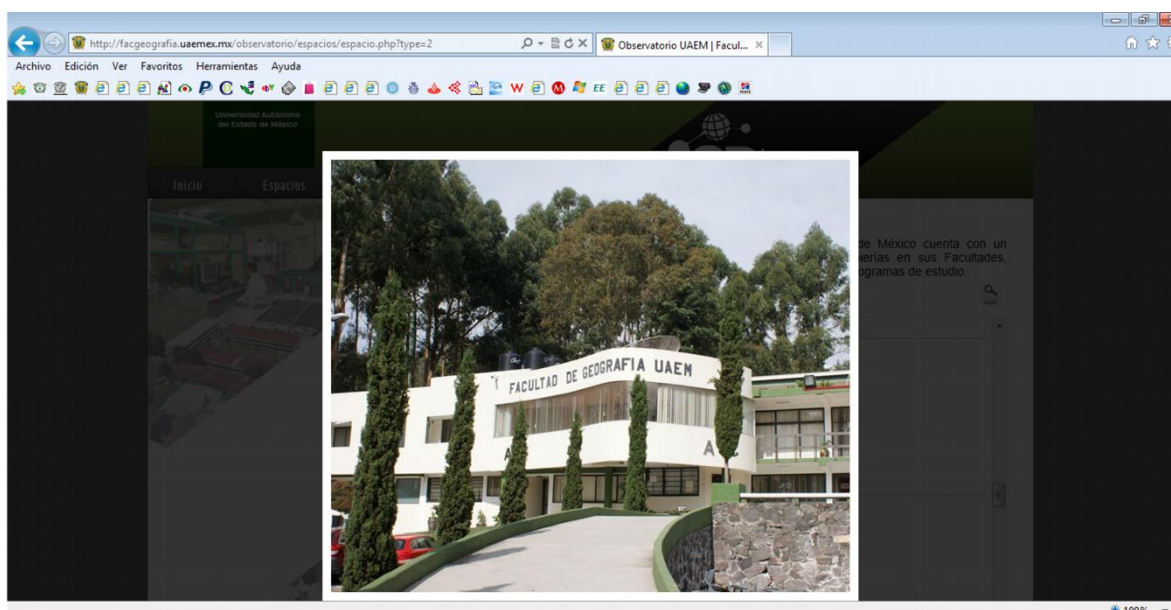


Figura 8. El visualizador cuenta con fotografías de fachadas del espacio de la UAEM que se esté consultando.